

# パワー回路の 考え方・作り方

渡辺 明禎  
Akiyoshi Watanabe



## マイコンで電力を制御する方法

### ■ 電力のデジタル制御

#### ● マイコンのI/O端子の駆動能力

まず、マイコンのI/O端子で、どのくらいのものまで制御できるのかを知っておく必要があります。図1は主なマイコンのI/O端子の出力特性です。PICは最大許容電流が±25 mAと一番駆動能力が高いと思っていたのですが、この3種類のマイコンではほとんど同じ結果でした。また、スペック上の許容電流の値も各社基準が異なっており、一概に比較することはできません。

MSP430の場合、シンク側、ソース側ともに同じ出力特性をもっていますが、PIC、H8はシンク側のほうが駆動能力が高いことがわかります。したがって、LEDなどの電流を多く必要とする負荷の場合は、シンク側で使うのが基本です(図2)。

各I/O端子の駆動能力は並列にすることにより高めることができます。しかし、マイコンで流すことができる全電流は制限されているので、数十mAの負荷を

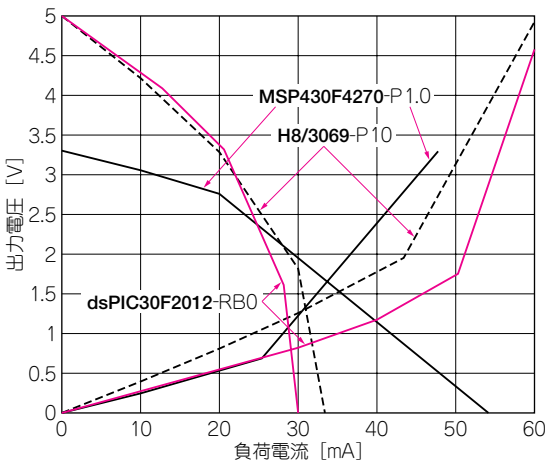


図1 各種マイコンのI/O端子の出力特性

駆動する場合はトランジスタの駆動回路を外付けする必要があります。

マイコンのI/O端子で直接制御できるものにLEDがあります。ただし、LEDに流す電流は10 mA以下というのが基本です。それ以上流したい場合、トランジスタによる駆動を考えます。

LEDを駆動する場合、表1に示すように、マイコンのI/O端子の出力特性とLEDの順方向(フォワード)電圧を考慮して、電流を制限するRの値を決定します。3.3 Vが電源電圧のMSP430の場合、青、または白LEDの駆動には別に5 V程度の電源を用意する必要があります。

#### ● バイポーラ・トランジスタによる駆動

負荷の電流が10 mAを超える場合、外部トランジスタによる駆動を考慮する必要があります。ただし、駆動する電流で使用できるトランジスタが変わるので注意が必要です(図3)。

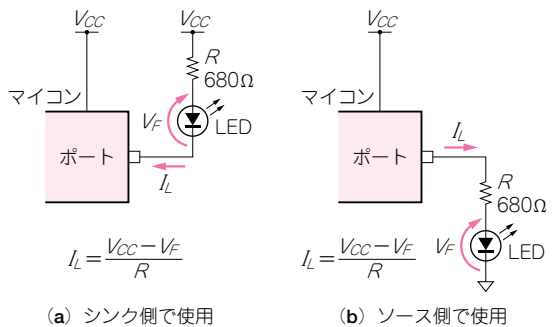


図2 I/O端子によるLEDの直接制御

表1 LEDの順方向電圧のめやす

発光色	$V_F(I_F = 20 \text{ mA})$ typ	$V_F(I_F = 1 \sim 50 \text{ mA})$
赤	1.8 V	1.5 ~ 2.5 V
黄	2.1 V	1.7 ~ 2.7 V
緑	2.2 V	1.8 ~ 2.9 V
青	3.5 V	3 ~ 4.2 V
白	3.8 V	3 ~ 4.5 V

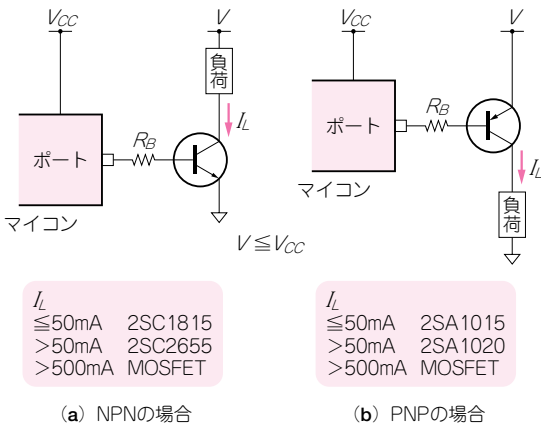


図3 トランジスタによる駆動回路

▶ 50 mA 未満

最も廉価で入手容易な2SC1815, 2SA1015クラスが使えます。GRランク以上では、 $h_{FE} > 100$ なので、ベース電流は「負荷電流/50」も流せば十分でしょう。

▶ 50 mA ~ 500 mA

制御電流が50 mAを超えると、図4に示すように、2SC1815の $V_{CE(sat)}$ は急激に大きくなっていきます。また、 $h_{FE}$ の値も $I_C > 50\text{mA}$ で急激に小さくなっていくので、十分小さな $V_{CE(sat)}$ の値を得るためには大きなベース電流が必要となります。

したがって、大きいコレクタ電流領域で $h_{FE}$ の低下が少ない2SC2655などを使います。ただし、500 mAを超えると、 $h_{FE}$ の低下、 $V_{CE(sat)}$ の増加などで大きなベース電流を必要とするので、ダーリントン接続かMOSFETの使用を考えます。

▶ 500 mA 以上

● ダーリントン接続

図5にダーリントン接続を示します。図(a)はダー

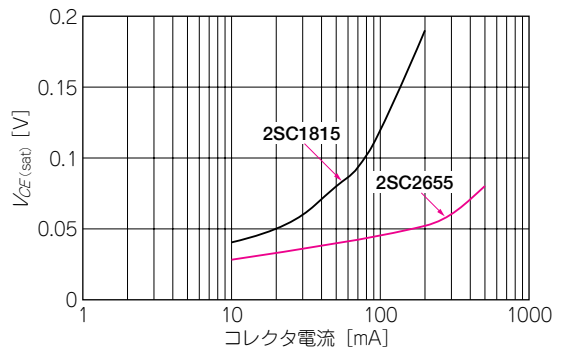


図4 トランジスタのコレクタ電流と $V_{CE(sat)}$ の関係

リントン・トランジスタを用いた場合、 $V_{CE(sat)}$ が「前段のトランジスタの $V_{CE(sat)1}$  + 後段の $V_{BE2}$ 」と、1 V程度となるので、トランジスタの消費電力による発熱に十分に注意します。

TO220パッケージの場合、放熱器なしでは1 W未満で使うべきなので、制御電流が1 Aを超える場合、放熱器を取り付ける必要があります。

いっぽう、図(b)のように二つのトランジスタを接続すると、 $V_{CE(sat)}$ を0.1 V程度に小さくできます。しかし、 $I_{B2}$ を $R_{C1}$ から別途供給する必要があり、この電流は負荷を通らないので、まったく無効な電流となってしまいます。

● MOSFET

MOSFETも低価格になり、制御用トランジスタとして頻繁に使われるようになりました。駆動回路を図6に示します。ゲートに直列に入っている抵抗の役目は、

- 寄生振動の防止
- ゲート部のサージ保護
- スイッチング速度の抑制

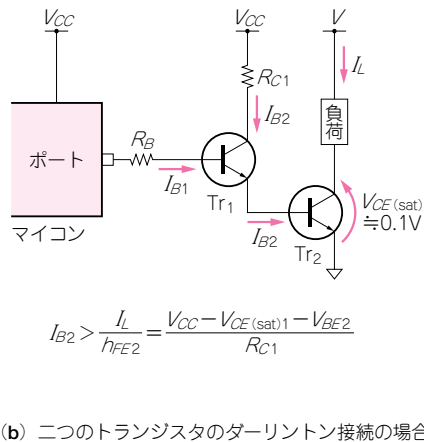
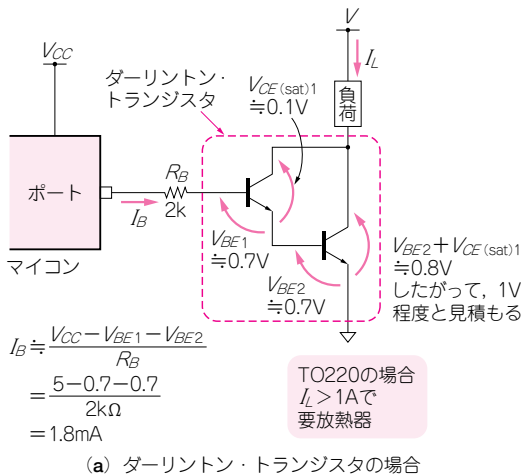


図5 ダーリントン接続による駆動回路